

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

Фізичний факультет

Кафедра фізики металів



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана
з навчальної роботи

Момот О.В.

2019 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СПІНТРОНІКИ

для студентів

галузь знань	<u>10 Природничі науки</u> (шифр і назва)
спеціальність	<u>104 Фізика та астрономія</u> (шифр і назва спеціальності)
освітній ступінь	<u>магістр</u> (молодший бакалавр, бакалавр, магістр)
освітня програма	<u>Фізика наносистем</u> (назва освітньої програми)
вид дисципліни	<u>вибіркова</u>

Форма навчання	<u>денна</u>
Навчальний рік	<u>2019/2020</u>
Семестр	<u>4</u>
Кількість кредитів ECTS	<u>3</u>
Мова викладання, навчання та оцінювання	<u>українська</u>
Форма заключного контролю	<u>залік</u>

Викладачі: професор Семенко Михайло Петрович

(Науково-педагогічні працівники, які забезпечують викладання даної дисципліни у відповідному навчальному році)

Пролонговано: на 2020/2021 н.р. _____ « » 20 р.
(підпис, ПІБ, дата)

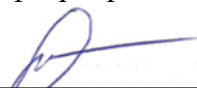
на 20 /20 н.р. _____ « » 20 р.
(підпис, ПІБ, дата)

КИЇВ – 2019

Розробники¹: Семенко Михайло Петрович, доктор фіз.-мат. наук, професор, професор кафедри фізики металів

(вказати авторів: ПІБ, науковий ступінь, вчене звання, посада, кафедра)

ЗАТВЕРДЖЕНО
Зав. кафедри фізики металів



(підпис)


(Макара В.А.)
(прізвище та ініціали)

Протокол № 14 від «24» квітня 2019 р.

Схвалено науково-методичною комісією фізичного факультету

Протокол № 21 від «10» травня 2019 року

Голова науково-методичної комісії



(підпис)

(Оліх О.Я.)
вище та ініціали

¹ Розробляється лектором. Робоча програма навчальної дисципліни розглядається на засіданні кафедри (циклової комісії – для коледжів), науково-методичної комісії факультету/інституту (раді навчального закладу - коледжу), підписується завідувачем кафедри (головою циклової комісії), головою науково-методичної комісії факультету/інституту (головою ради) і затверджується заступником декана/директора інституту з навчальної роботи (заступником директора коледжу).

ВСТУП

1. Мета дисципліни – є формування у студентів систематичних уявлень про принципи кодування та передачі інформації в твердотільних системах з використанням квантових об'єктів як носіїв інформації; вивчення електричних та магнітних методів керування квантовими станами електронів у нановимірних структурах; засвоєння теоретичних основ спін-залежних явищ в шаруватих тонкоплівкових структурах та магнітних напівпровідниках; оволодіння навичками застосування отриманих знань для розв'язання прикладних задач фізики конденсованого стану, магнетизму та квантової інформатики.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни:

1. Знати основні закони та поняття з курсів загальної фізики, квантової механіки, фізики твердого тіла для освоєння теоретичних питань з курсу «ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СПІНТРОНІКИ».

2. Вміти застосовувати набуті раніше знання з курсів математичного аналізу, диференціальних рівнянь, математичної фізики, загальної фізики, квантової механіки, статистичної фізики, фізики твердого тіла та комп'ютерних технологій для розв'язку практичних завдань з курсу «ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СПІНТРОНІКИ».

3. Анотація навчальної дисципліни: В рамках курсу «ФІЗИЧНІ ОСНОВИ СПІНТРОНІКИ» розглядаються фізичні принципи використання квантових об'єктів як носіїв інформації у твердотільних системах, методи керування квантовими станами електронів у нановимірних структурах, фізичні основи взаємодії магнітних та електромагнітних полів з власним магнітним моментом електрона та області застосування сучасних методів досліджень для розв'язання задач фізики конденсованого стану, магнетизму та квантової інформатики. Методи викладання: лекції, самостійна робота. Методи оцінювання: модульні контрольні роботи, залік. Підсумкова оцінка виставляється на основі проміжних оцінок (60%) та заліку (40%).

4. Завдання (навчальні цілі) – формування систематичних уявлень про принципи кодування та передачі інформації в твердотільних системах з використанням квантових об'єктів як носіїв інформації; оволодіння навичками застосування отриманих знань для розв'язання прикладних задач фізики конденсованого стану, магнетизму та квантової інформатики.

Згідно вимог проекту Стандарту вищої освіти України (другий (магістерський) рівень вищої освіти, галузь знань 10 «Природничі науки», спеціальність 104 «Фізика та астрономія») дисципліна забезпечує набуття здобувачами освіти наступних **компетентностей**:

Інтегральних:

Здатність розв'язувати комплексні проблеми в галузі фізики наносистем, що передбачає глибоке переосмислення наявних та створення нових цілісних знань.

Загальних:

Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. (ЗК1)

Здатність до пошуку, оброблення на аналізу інформації з різних джерел. (ЗК4)

Здатність використовувати професійно-профільовані знання в галузі фізики. (ЗК6)

Здатність застосовувати знання в галузі методів вимірювання у фізиці (ЗК8)

Фахових:

Здатність застосовувати знання з фізики нанорозмірних нанокompatитних матеріалів та методів їх отримання (ФК11).

Здатність застосовувати знання методів отримання нанорозмірних нанокompatитних матеріалів (ФК12).

5. Результати навчання за дисципліною:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знати основні поняття та концепції спінтроніки; принципи кодування та передачі інформації у твердотільних системах.	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	30
2.1	Вміти описувати спін-залежні явища в шаруватих тонкоплівкових структурах та магнітних напівпровідниках.	Лекції, самостійна робота	Модульна контрольна робота	30

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання (необов'язково для вибіркових дисциплін)

Програмні результати навчання	Результати навчання дисципліни	
	1.1	2.1
ПРН 1.10. Знати механізми формування електротранспортних та магнітних властивостей нанокарбонових систем різної мірності та структурної досконалості.		+
ПРН 2.7. Вміти встановлювати причинно-наслідковий зв'язок між особливостями структурно-фазового складу та електротранспортними та магнітоотранспортними властивостями нанокарбонових систем.	+	

7. Схема формування оцінки.

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

1. Модульна контрольна робота 1 за темами 1-5: ПН 1.1 – 30 балів / 18 балів

2. Модульна контрольна робота 2 за темами 6-11: ПН 1.2 – 30 балів / 18 балів

- підсумкове оцінювання у формі заліку.

Залік проводиться в письмовій формі. Максимальна кількість балів, які можуть бути отримані студентом під час заліку дорівнює 40. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за залік не може бути меншою 24 балів. Студент не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше ніж 36 балів.

7.2 Організація оцінювання: (обов'язково зазначається порядок організації передбачених робочою навчальною програмою форм оцінювання із зазначенням орієнтовного графіку оцінювання).

Модульні контрольні роботи проводяться по завершенні тематичних лекцій.

Оцінка за залік не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

7.3 Шкала відповідності

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекцій

№ п/п	Номер і назва теми	Кількість годин		
		лекції	семінари/ практичні/ лабораторні	Самостійна робота
<i>Частина 1. Електрон як унікальний об'єкт твердотільних інформаційних систем.</i>				
1	Тема 1. Вступ. Предмет курсу. Принципи кодування та передачі інформації у твердотільних системах.	2		6
2	Тема 2. Квантові стани електрона в твердому тілі. Рух та розсіяння електрона у твердотільних системах.	4		8
3	Тема 3. Спінова електроніка: основні поняття та концепції. Характеристичні довжини у спінтроніці.	4		8
4	Тема 4. Спінова поляризація та методи її створення.	2		6
5	Тема 5. Релаксація системи мобільних спінів. Механізми спінової релаксації.	2		8
	Модульна письмова робота 1			
<i>Частина 2. Спін-залежні явища у нановимірних структурах та пристрої спінтроніки на їх основі</i>				
6	Тема 6. Спін-залежні явища у магнітних тунельних контактах. Тунельний магнітоопір.	2		4
7	Тема 7. Гігантський магнітоопір. Теоретична інтерпретація гігантського магнетоопору: резисторна модель та модель Валета-Ферта.	4		4
8	Тема 8. Ефект спін-трансферного моменту обертання.	2		4
9	Тема 9. Колосальний магнітоопір. Магнітні фазові переходи та переходи метал-діелектрик у системах з колосальним магнітоопором.	2		4
10	Тема 10. Матеріали спінтроніки. Половинні метали та магнітні напівпровідники як перспективні компоненти магнітних наноструктур.	2		4
11	Тема 11. Сучасні прикладні застосування спінтроніки. Магнітна пам'ять з довільним доступом (MRAM) як найбільш імовірний кандидат на роль універсальної пам'яті обчислювальних пристроїв.	4		4
	Модульна письмова робота 2			
	ВСЬОГО	30		60

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – 30 год.

Самостійна робота - 60 год.

9. Рекомендовані джерела:

Основна:

1. А.М. Погорілий, С.М. Рябченко, О.І. Товстолиткін. *Спінтроніка. Основні явища. Тенденції розвитку* – УФЖ. Огляди, 2010, т. 6, №1, С. 37–97.
2. О.В. Третяк, В.А. Львов, О.В. Барабанов. *Фізичні основи спінової електроніки*. – К.: ВПЦ «Київський університет», 2002. – 314 с.
3. *Задачи по физике твердого тела*. Под ред. Г.Дж. Голдсмида. – Москва, Наука, 1976. – 432 с.
4. Ю.А. Данилов, Е.С. Демидов, А.А. Ежевский, *Основы спинтроники*, ННГУ, Н. Новгород, 2007. – 160 с.
5. В.Е. Борисенко, А.И. Воробьева, Е.А. Уткина. *Нанoeлектроника. Ч. 3. Перенос носителей заряда в низкоразмерных структурах*, БГУИР, Минск, 2004. – 92 с.
6. I. Zutich, J. Fabian, S. Das Sarma. *Spintronics: Fundamentals and applications*. – Reviews of Modern Physics, 2004, vol. 76, No. 2, 323 – 410.
7. M. Getzlaff. *Fundamentals of Magnetism. Chapter 17. Applications*. Berlin-Heidelberg-New York, Springer, 2008. – 387 p.
8. К.А. Валиев, А.А. Кокин. *Квантовые компьютеры: надежды и реальность*. – Москва, Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001. – 352 с.

Додаткова:

1. А.В. Ведяев. *Использование поляризованного по спину тока в спинтронике*. – Успехи Физических Наук, 2002, т. 172, №12, 1458 – 1461.
2. И. Кесслер. *Поляризованные электроны*. – Москва: Мир, 1988, 368 с. (Перевод с английского: J. Kessler. *Polarized electrons*. – Berlin, Heidelberg, New York, Tokyo: Springer-Verlag, Sec. Edition, 1985).
3. Б.П. Захарченя, В.Л. Коренев. *Интегрируя магнетизм в полупроводниковую электронику*. – Успехи Физических Наук, 2005, т. 175, №6, 629 – 635